

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 23/50

H01L 23/28 H01L 21/50

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01104622.8

[43] 公开日 2001 年 8 月 22 日

[11] 公开号 CN 1309425A

[22] 申请日 2001.2.16 [21] 申请号 01104622.8

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事

[30] 优先权

务所

[32] 2000.2.18 [33] JP [31] 046724/2000

代理人 王永刚

[71] 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

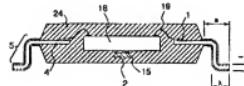
[72] 发明人 宫木美典 铃木博通 金田刚

权利要求书 5 页 说明书 14 页 附图页数 14 页

[54] 发明名称 半导体集成电路器件及其制造方法

[57] 摘要

本发明提供一种能有效地防止由于施加到半导体集成电路器件的卡路里增加产生的线断开的措施。构成半导体集成电路器件以使含有 Pd 层的金属层提供在具有导电性的连接部件连接的部分中，熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料熔点并含有无 Pb 作为主要组成金属的合金层提供在树脂模塑部分之外。此外，具有导电性的连接部分接合的部分中厚度等于或大于 10 μm 的金属层提供在连接部件中。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

01-02-16

权 利 要 求 书

1. 一种半导体集成电路器件，包括：

具有导电性的连接部件；

在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件；

模塑所述要连接部分的树脂；以及

电连接到所述被连接部件的部件，其在所述树脂外的部分提供有合金层，该合金层的熔点高于以 Pb 作为主要组成金属的焊料的熔点且其主要组成金属中不含 Pb.

2. 一种半导体集成电路器件，包括：

具有导电性的连接部件；

在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在树脂模塑部分外的部分提供有合金层，该合金层的熔点高于以 Pb 作为主要组成金属的焊料的熔点且其主要组成金属中不含 Pb；以及

模塑所述被连接部分的树脂。

3. 一种半导体集成电路器件，包括：

具有导电性的连接部件；

在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在树脂模塑部分外的部分提供有熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料的熔点且主要组成金属中不含 Pb 和 Pd 的金属层；以及

模塑所述被连接部分的树脂。

4. 一种半导体集成电路器件，包括：

具有导电性的连接部件；

在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在树脂模塑部分外的部分提供有熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料的熔点且主要组成金属中不含 Pd 的无 Pb 金属层；以及

模塑所述被连接部分的树脂。

5. 一种半导体集成电路器件，包括：

半导体芯片；

连接到所述半导体芯片并具有导电性的连接部件；

在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在其他部分中提供有熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料的熔点且主要组成金属中不含 Pd 的无 Pb 金属层；以及

模塑连接到所述连接部分的部分所述半导体芯片、所述连接部件和连接到所述连接部件的部分所述被连接部分的树脂。

6. 一种半导体集成电路器件，包括：

半导体芯片；

键合到所述半导体芯片的焊丝；

在与所述焊丝键合的内引线的一部分上镀敷有包括钯层的金属层的引线，其在外引线被安装部分上镀敷有熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料的熔点且主要组成金属中不含 Pd 的无 Pb 替代焊料；

模塑键合到所述焊丝的所述半导体芯片的键合部分、所述焊丝和所述引线的包括键合到所述焊丝的部分的内引线的树脂。

7. 一种半导体集成电路器件，包括：

半导体芯片；

焊丝；

模塑所述半导体芯片和所述焊丝的树脂；以及

在所述树脂模塑部分的前端提供有包括钯层的金属层的引焊丝，其在所述树脂模塑部分外的部分中提供有熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料的熔点且主要组成金属中不含 Pd 的无 Pb 金属层。

8. 一种半导体集成电路器件，包括：

半导体芯片；

引线，其中内引线的前端镀钯，外引线镀无 Pb 焊料；

键合所述半导体芯片和所述引线的内引线的焊丝；

模塑所述半导体芯片、所述引线的内引线部分以及所述焊丝的树脂，

其中所述无 Pb 替代焊料的熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料的熔点，并

01.02.16

且所述无 Pb 替代焊料不是仅由 Pd 组成。

9. 一种安装衬底，包括：

半导体集成电路器件，所述半导体集成电路器件配备有：具有导电性的连接部件；在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在树脂模塑部分外提供有主要组成金属中不含 Pb 的合金；以及模塑所述要连接部分的树脂；以及

印刷电路板；

其中通过熔点高于以 Pb 作为主要组成金属的焊料熔点的焊料将所述半导体集成电路器件连接到所述印刷电路板。

10. 一种安装衬底，包括：

半导体集成电路器件，所述半导体集成电路器件配备有：具有导电性的连接部件；在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在树脂模塑部分外提供有主要组成金属中不含 Pb 的合金；以及模塑所述要连接部分的树脂；以及

通过熔点高于以 Pb 作为主要组成金属的焊料熔点的金属与所述半导体集成电路器件连接的印刷电路板。

11. 一种安装衬底的制造方法，所述安装衬底包括：

半导体集成电路器件，所述半导体集成电路器件配备有：具有导电性的连接部件；在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在树脂模塑部分外提供有主要组成金属中不含 Pb 的合金层；以及模塑所述要连接部分的树脂；以及

印刷电路板；

其中所述方法具有使所述被连接部件的温度成为高于 Sn-Pb 共晶焊料熔点的工艺。

12. 一种安装衬底的制造方法，所述安装衬底包括：

半导体集成电路器件，所述半导体集成电路器件配备有：具有导电性的连接部件；在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在树脂模塑部分外提供有主要组成金属中不含 Pb 的合金层；以及模塑所述要连接部分的树脂；以及

印刷电路板；

其中所述半导体集成电路器件和所述印刷电路板容纳在同一炉中，所述炉内的温度高于 Sn-Pb 共晶焊料的熔点。

13. 一种安装衬底的制造方法，所述安装衬底包括：

半导体集成电路器件，所述半导体集成电路器件配备有：半导体芯片；钯金属镀在内引线的前端部而无 Pb 金属镀在外引线上的引线；键合所述半导体芯片和所述引线的焊丝，模塑所述半导体芯片的焊丝键合部分、所述引线的焊丝键合部分以及所述焊丝的树脂，其中所述无 Pb 替代焊料的熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料的熔点，并且所述无 Pb 替代焊料不是仅由 Pd 组成；以及

印刷电路板；

其中所述半导体集成电路器件和所述印刷电路板容纳在回流炉内，回流炉的设置温度高于将 Pb 金属层提供在外引线中的半导体集成电路器件回流安装到衬底时的设置温度。

14. 一种半导体集成电路器件，包括：

直径等于或小于 30mm 的焊丝；

在与所述焊丝连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在树脂模塑部分外的部分提供有以 Pb 作为主要组成金属的焊料；以及

模塑所述被连接部分的树脂。

15. 一种安装衬底，包括：

半导体集成电路器件，所述半导体集成电路器件配备有：半导体芯片；Pd 金属附着并形成到内引线的前端部而 Pb 焊料层附着并形成到外引线上的引线；键合所述半导体芯片和所述引线并具有 30 μm 以下直径的焊丝；以及模塑所述半导体芯片的焊丝键合部分、所述引线的焊丝键合部分和所述焊丝的树脂；以及

印刷电路板。

16. 一种半导体集成电路器件，包括：

具有导电性的连接部件；

01.02.16

在与所述连接部件接合的部分提供金属层的被连接部件；
模塑所述接合部分的树脂，

其中所述连接部件中接合部分的厚度等于或大于 $10\mu\text{m}$.

17. 多个半导体集成电路器件的制造方法，所述半导体集成电路器件包括：

具有导电性的连接部件；

树脂； 以及

在与所述连接部件连接的部分中提供有第一金属层的被连接部件，其在所述树脂模塑部分外提供有与所述第一金属层不同的第二金属层，以及模塑所述要连接部分的树脂，

其中提供一种附着和形成金属层的工艺，所述金属层在第一半导体集成电路器件的第一金属层的厚度和第二半导体集成电路器件的第一金属层的厚度之间具备的差异小于 $10\mu\text{m}$.

01-02-16

说 明 书

半导体集成电路器件及其制造方法

本申请涉及半导体集成电路器件，特别涉及能有效地防止焊丝断裂的技术。

在装配半导体集成电路的常规工艺中，进行了以下步骤。即，在 Ag 点电镀步骤中，对模具模塑的冲压或腐蚀的引线框架（下文称做内引线）的引线的前端部（包括通过 Au 线引焊丝键合芯片和引线框架得到的部分）施加 Ag 点电镀。接下来，在装配封装的步骤中，进行管芯粘结、焊丝键合以及要模塑封装的装配。在此后的外部电镀步骤中（包括浸渍步骤），为了安装到印刷电路板或电路板上，按照外部电镀，Sn-Pb 系列焊料层预先接合到包括没有被模具模塑的引线（下文称做外引线）和衬底之间的接触部分上。完成以上提到的 Ag 点电镀步骤和外部电镀步骤之后，进行加工产品的步骤。

然而，在需要考虑环境问题的近些年中，特别是，针对 Pb 的日本待审专利公开 No.5-270860 (USP No.5,633,090) 等中指出的，即使在如半导体集成电路器件等的一般电子部件和安装板中，也需要将 Pb 减少到满足环境问题的水平。

通常，为了减少 Pb，采用不含 Pb 作为主要金属的其它焊料（合金），即无 Pb 替代焊料（由无 Pb 金属组成的焊料）代替外部电镀中使用的 Sn-Pb 焊料的措施。无 Pb 替代焊料要求具有类似于 Sn-Pb 的熔解温度范围和优良的粘结性，特别是润湿性。目前不存在完全满足要求的组合物，对应于如印刷电路板、芯片部分、半导体封装等部件选择性地使用焊料。因此，现已提出根据不同用途基于 Sn 的 Sn 基合金的不同组合物，例如，在日本待审专利公开 No.10-93004 (现有技术 1) 的发明中，使用 Sn-Bi 系列代替 Sn-Pb 系列用做接合并形成在常规引线中的焊料层使用的金属。此外，对于焊料的金属组合物的结构，在日本待审专利公开 No.11-179586 (WO 99 30866)

01.02.16

(现有技术 2) 中提出一种使用 Sn-Ag-Bi 系列焊料安装封装外引线和衬底的发明。

当外部电镀使用 Sn-Pb 共晶的无 Pb 替代焊料时, 以与现有技术中提到的相同的方式在每次使用时选择 Sn 基合金, 然而, 特别是安装在运输工具、显著发展的移动电子装置上的部件和高可靠性的部件中, 需要粘结强度和耐热疲劳特性优良的合金。现已知当优良的粘结强度、优良的耐热疲劳特性和高可靠性很重要时, Sn-Ag 系列合金作为 Sn 基合金, Sn-Pb 共晶焊料的熔点通常为 183°C, 相反, 大多数 Sn-Ag 系列合金的熔点为 200°C 以上, 高于 Sn-Pb 共晶焊料的熔点。因此, 目前使用 Sn-Pb 共晶的无 Pb 替代焊料安装半导体集成电路时, 回流温度不可避免地变高。于是, 本申请的发明人在高于常规回流温度的回流温度下, 装配 Ag 电镀内引线并使用熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料熔点的无 Pb 替代焊料电镀外引线的半导体集成电路器件, 并研究产品。结果, 发明人发现由于线断裂产生劣质产品。

因此, 本发明的目的是提供一种在高于常规回流温度的回流温度下装配使用熔点高于 Sn-Pb 共晶焊料熔点的无 Pb 替代焊料电镀外引线的半导体集成电路器件时能够有效地防止产生焊丝断裂的措施。

本发明的另一目的是提供一种能够有效地防止由于除回流温度增加之外通常施加到半导体集成电路器件的卡路里增加产生的线断裂的措施。

下面简要地介绍在本申请中公开的发明中一个代表性的发明的概要。因此, 提供一种半导体集成电路器件, 包括:

具有导电性的连接部件;

在与所述连接部件连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件, 其在树脂模塑部分外的部分提供有合金层, 该合金层的熔点高于以 Pb 作为主要组成金属的焊料的熔点且其主要组成金属中不含 Pb; 以及

模塑所述被连接部分的树脂。

以上提到的发明使用 Pd 作为通过装置提供的金属通过电镀等方法接合和形成连接部件要连接的部分。由于对应于具有导电性的连接部件的 Au 焊丝等的焊丝和对应于如 Cu 合金和 42 合金等被连接材料的框材料之间的粘结特性没有问题，因此由于与 Ag 相比 Pd 为较硬金属，由毛细管的凹坑产生的不足减少，接合到每个被连接部件的金属厚度分布减少。此时，被接合和形成的位置设置为连接部件要连接的部分，这是由于位置要限制到连接部件的粘结特性没有问题的最小面积，因为 Pd 与 Sn-Pb 系列合金和 Ag 相比不是很便宜，特别是当用于接合和形成如具有较大面积的外引线等的模塑体外的部分时，不能有效地实现降低成本的目的。

对于由于接合和成形后向接合和成形的部分施加物理变形力的模塑工艺等产生的电镀裂纹等问题，本发明没有所述问题，因为电镀部分被模塑，没有成形或处理过。此外，还有可以避免 Ag 迁移以及电镀时不需要剧毒有害的氯等的优点。

此外，被连接部件构成为使得熔点高于 Pb 作为主要组成金属的焊料熔点以及不含有 Pb 作为主要组成金属的合金接合并形成在由树脂模塑部分外的部分上，这是由于要使用除 Cu 框架之外如 42Ni-Fe 合金等对应于框架材料和被连接部件的其它材料，以避免整个表面 Pd 电镀由于采用与内引线的前端部相同的 Pd 电镀时的材料成本不能实现成本降低的固有问题。

此外，本申请的发明人发现由于可以减小电镀厚度的分布和增加粘结强度，Pd 电镀施加到内引线的前端部的本发明的技术想法也适用于缩短线和缩小芯片。

因此，下面简要地介绍本申请中公开的发明中另一个代表性的发明的概要。因此，提供一种半导体集成电路器件，包括：

直径等于或小于 30mm 的焊丝；

在与所述焊丝连接的部分处提供有包括钯层的金属层的被连接部件，其在树脂模塑部分外的部分提供有以 Pb 作为主要组成金属的焊料；以及

01.02.16

模塑所述被连接部分的树脂。

即使目前没有完全使用无 Pb 焊料，由于钯金属层接合并形成在连接部件上，由此提高了粘结强度，相对于管脚数量的增加和封装尺寸的增加，结构有效地提高了组件成品率和可靠性，由芯片缩小导致焊丝缩短（金属线直径等于或小于目前 $30\mu\text{m}$ 的尺寸）。此外，由于钯金属层充分地接合并形成在要连接的部分上，因此除了内引线的前端部，根据结合和形成步骤的成本与材料成本之间的关系，钯金属层可以接合并形成在薄片（tab）上。

下面详细地说明本申请中介绍的发明。

本申请的发明人反复研究以发现线断开的原因并重新确定了产生的原因。通过本发明人的分析，现已发现焊丝中引线侧断开变差可分为“模塑后焊丝断开变差”和“回流后引线接合部分断开变差”。首先，可以认为模塑后焊丝断开变差是由引线的振动产生的应力和树脂硬化和收缩产生的应力造成的。如图 1 所示，当从入口 33 填充树脂时（填充时间为 10 秒钟），内引线 4 的前端部由于树脂流垂直地振动。由于振动应力施加到焊丝 19，特别是振动应力趋于施加到入口部分附近的管脚。此外，由于树脂从远离入口 33 的位置朝入口 33（图中的从左到右）硬化和收缩，估计张力施加到焊丝 19，从具有较弱粘结强度的引线侧粘合部分产生焊丝断开。

接下来，估计是由于引线框架的膨胀 36 和树脂的膨胀 35 之间的差异产生回流后引线接合部分断开变差。图 2 为以上介绍情况的示意图。树脂硬化材料的物理性质在树脂的玻璃转化点 T_g （150 到 160°C ）变化很大，特别是在等于或大于 T_g 的区域（ α_2 ）中热膨胀系数 α （= 1.4）变成约四到五倍等于或小于 T_g 的区域（ α_1 ）中的值。由于回流时的温度高于 T_g 的温度，由于回流时树脂的膨胀（ α_2 ），焊丝 19 受到损伤，在具有较小强度的部分产生裂纹 37（图 2 中的 A 部分），由于引线框架的膨胀 36 和树脂的膨胀 35 之间的差异产生断开，如图 3 所示。

由于使用无 Pb 焊料的原因使用由高熔点的 Sn 基合金制成的替

01.02.16

代焊料增加了回流温度，因此施加到封装的卡路里增加，特别是引线框架的膨胀和树脂的膨胀之间的差异增大。因此，现已发现在以上提到的焊丝断开变差之中回流后引线侧接合部分断开变差特别成问题。

此时，本申请的发明人研究了 Ag 电镀的厚度和焊丝断开之间的关系。由此，现已明确当电镀的厚度变为预定的厚度范围时容易产生焊丝断开。分析其原因，认为以太薄的电镀厚度粘合 Au 焊丝时不能充分地保障 Ag 和 Au 之间连接表面的区域，由此由于热应力造成的焊丝变形产生焊丝断开。此外，当使 Ag 电镀的厚度大于某个厚度时，在等于或大于必要值的程度 Ag 电镀表面变形以吸收键合能量。由此，认为不可能得到充分的键合，键合表面的截面形状变成相对于 Au 焊丝的热变形产生的张力变弱的形状。

此外，下面从形状的角度介绍回流后引线接合部分断开变差。图 4 为焊丝 19 通过毛细管 20 粘合到 Ag 点电镀表面时的截面图。图 4 中的阴影部分对应于毛细管 20 的前端，前端的直径为 $170\mu\text{m}$ ，Au 焊丝 19 的直径为 $30\mu\text{m}$ 。在图中，引线框架 7 的厚度为 $150\mu\text{m}$ 。如上所述，由于对于每个要 Ag 电镀的引线框架，Ag 镀层 38 的厚度分布在约 $1.5\mu\text{m}$ 和 $10\mu\text{m}$ 之间的范围内，因此很难定义 Ag 电镀的定义。因此，在图中，假定产生断开变差的电镀厚度较厚。

当接合线时，由于 Ag 为较软的金属，毛细管 20 深入到 Ag 镀层 38 的表面内，Ag 电镀 38 的部分表面如图 4 所示鼓起。然后，图 4 中参考符号 A 所表示的部分中的 Au 焊丝 19 的厚度变得较薄，由此产生具有较弱线强度的部分。图 5 为键合后引线侧粘合部分的透视图。在图 5 中，由图 5 中线 A 表示的部分对应于图 4 中的 A 部分。回流之后，由于引线框架的膨胀和树脂的膨胀之间的差异，在图 6 中所示的图 4 中的部分处产生焊丝断开。作为参考，图 7 为模塑后焊丝断开变差的引线侧接合部分的透视图。产生回流后引线侧接合部分中断开变差，由此断开的焊丝与接合部分交叠，然而，产生模塑后引线侧接合部分中焊丝断开变差，由此断开的焊丝与接合部分

01.02.16

分离。如上所述，在本申请发明人分析的基础上显然由于毛细管 20 深入具有较大厚度的 Ag 镀层表面内由此产生具有较弱线强度的部分的原因产生焊丝断开。

近些年来，设计上要求的 Ag 镀层的厚度变薄到几 μm 。通过研究 Ag 镀层表面的厚度分布，现已知在目前的 Ag 电镀工艺中，处理很多要电镀的主体时，很难保持初始设置的电镀厚度，对于每个要电镀的主体，电镀厚度分布在 $1.5\mu\text{m}$ 和 $10\mu\text{m}$ 之间的范围。因此，为了限制每个引线框架 Ag 镀层的厚度分布，本申请的发明人已尝试使最大厚度位于 5 和 $8\mu\text{m}$ 之间的范围内，而不是常规的 $10\mu\text{m}$ 。然而，在目前的 Ag 电镀工艺中，以上提到的最大厚度 $10\mu\text{m}$ 为极限值，很难将最大厚度设置在 5 和 $8\mu\text{m}$ 之间。因此，可以认为在目前的 Ag 电镀工艺中很难使电镀厚度的分布小于目前的水平。

然而，为了解决以上提到的产生焊丝强度变弱部分的问题，本发明可通过以下方式获得：使用比 Ag 硬并且厚度分布较小的金属作为金属层接合并形成在内引线的前端部并研究和考虑以使用合适的金属制造成本最低的产品。

接下来，介绍钯金属层如上所述接合并形成在内引线的前端部的原因，由此从引线侧粘合部分的形状的角度可以防止回流后引线侧接合部分的断开。

图 8 为焊丝 19 通过毛细管 20 接合到 Pd 镀层 10 表面的剖面图。介绍了一个实施例，其中图 8 中的阴影部分为毛细管 20 的前端部，前端的直径为 $170\mu\text{m}$ ，Au 线 19 的直径为 $30\mu\text{m}$ 。当接合焊丝 19 时，由于 Pd 为较硬的金属，与电镀表面为 Ag 的情况相比，毛细管 20 没有深入那么多。因此，与图 4 中的部分 A 相比，图 8 中部分 A 的 Au 焊丝 19 的厚度 t 可以确保到足够的厚度，由此可以保持线强度。图 9 为键合后引线侧粘合部分的透视图。图 9 中线 A 表示的部分对应于图 8 中的部分 A。现已知与图 5 中的相比，可以确保图 9 中的 Au 焊丝厚度。回流之后，由于引线框架的膨胀和树脂膨胀之间的差异造成应力沿图 9 中的箭头方向施加。然而，由于没有强度变弱的

01.02.16.

部分，因此没有产生断开，即断开的焊丝与 Ag 镀层部分产生的粘合部分重叠。当设置毛细管 20 的接合力以确保引线框架 7 的厚度为 $150\mu\text{m}$ 时 Au 焊丝的厚度 t 为 $10\mu\text{m}$ 以上，至少不产生线断开，Pd 镀层 10 的厚度最小为 $0.02\mu\text{m}$ ，最大为 $0.15\mu\text{m}$ 。

接下来，介绍本发明将 Pd 金属层接合和形成到要连接的部件的技术思想能被应用到缩短连接部件的技术而与无 Pb 无关的原因。

作为估算本申请代表性发明中各条件的结果，应注意该估算是在假定封装尺寸没有改变的前提下作出的。此时，如上所述由引线框架的膨胀和树脂膨胀之间的差异造成焊丝断开。因此，可以认为当随着多管脚封装变大时，以上提到的膨胀差异变得更突出。由于容量增加，卡路里变大，由此回流时施加到树脂上的卡路里增加。此外，由于多管脚，回流时从衬底流出穿过管脚的卡路里也增加。

此外，即使由于芯片缩小缩短了间距，与具有相同尺寸的封装相比，仍有很多卡路里施加到封装。因此，即使是具有相同数量管脚的封装，由于芯片缩小封装尺寸变小，焊丝键合的焊盘间距随之缩小，焊丝直径变小。随着芯片收缩引起的线缩短，即，随着目前的线直径 $30\mu\text{m}$ 进一步变窄，必须考虑使电镀厚度变薄。由于考虑到在目前的 Ag 点电镀工艺中能够实现的范围内的电镀厚度的分布在将来会太大，所以键合操作变得不稳定。

也就是说，即使回流温度不改变但由于随着多芯片和芯片缩小而间距缩小所以施加到封装的卡路里增加的情况对应于回流温度的增加。因此，由于可以减小金属厚度的分布并增加键合强度，而与无 Pb 没有直接的关系，所以可以采用将 Pd 金属层接合并形成到要连接的部件的技术想法。

此时，虽然该技术想法与本申请中介绍的发明完全不同，但有一种预焊料电镀的引线框架 (PPL) 工艺作为可以实现无 Pb 的处理方法。PPL 工艺是一种在模塑之前将具有良好粘结性能的钯金属电镀在包括管芯粘结部分内引线和外引线的整个引线框架上的工艺。由于在电镀中使用的金属为钯，因此 PPL 工艺可以制得无 Pb。此

01.02.16

外，在 PPL 工艺中，由于不要求通常模塑之后进行的外部电镀工艺，因此可以缩短装配时间，并且由于省略了外引线的焊料电镀使整个装配工艺自动化。

然而，由于框部件的材料和 Pd 材料之间的电位差形成局部电池，因此存在产生腐蚀的危险，由此如 42 合金（42Ni-Fe）金属等的 Fe 系列框不能用做框部件，框局限为铜合金。此时，通过在框和 Pd 金属层之间插入阻挡金属可以使用 Fe 系列框，然而，由于在实际的装配工艺中切割阻挡条和引线的前端时截面中的材料露出，材料腐蚀从截面同心地集中地加速，由于考虑到制造成本制造工艺的复杂性，所述 Fe 系列框变得不利，所以该结构不合适。此外，由于由框状态进行外引线的电镀，外引线表面被污染，并且在除去非常有可能模塑产生的树脂毛刺等的毛刺除去操作中，安装衬底时焊料的润湿性变差。此外，由于与铅系列焊料相比钯为硬金属，因此产生如果电镀后形成外引线电镀剥离的问题。

因此，即使使用以上提到的 Pd 电镀工艺作为实现本发明目的即防止线断开的方式，基本上可以使每个要电镀的主体的电镀厚度差异变小，然而，由于存在以上提到的不足，毫无疑问该方式不是解决问题的合适方式。

此外，本申请的发明人在申请本申请之前从“引线框架上镀 Pd”的角度检索了现有技术。结果在日本待审专利公开 No.11-40723 (U.S.P.No.5,889,317) (现有技术 3) 和 11-220084 (现有技术 4) 中，提出了通过 Pd 系列金属电镀包括至少外引线的部分或整个引线的发明。此外，作为主要从不需要外部电镀工艺和整个装配工艺自动化的角度通过 Pd 系列金属电镀整个引线的发明，有日本待审专利公开 No.10-284666 (现有技术 5)、10-298798 (现有技术 6) 和 10-18056 (现有技术 7)，从进一步将 Au-Ag 合金电镀到 Pd 系列金属层最外表面上的角度，有日本待审专利公开 No.11-8341 (现有技术 8)。

图 1 为模塑之后产生焊丝连接变差的结构示意图；

01.02.16

- 图 2 为回流之后在引线侧粘合部分中产生裂纹的结构示意图；
图 3 为回流后在引线侧粘合部分中产生焊丝断开的示意图；
图 4 为粘合焊丝时焊丝键合到 Ag 电镀表面上的放大图；
图 5 为焊丝键合到 Ag 电镀表面上的线粘合部分的放大图；
图 6 为回流 Ag 电镀后线断开的示意图；
图 7 为 Ag 电镀的树脂硬化并收缩之后线断开的示意图；
图 8 为粘合线时焊丝键合到 Pd 电镀表面上的放大图；
图 9 为焊丝键合到 Pd 电镀表面上的焊丝粘合部分的透视图；
图 10 为根据本发明的一个实施例的引线框架的平面图；
图 11 为根据本发明的一个实施例的引线框架的放大平面图；
图 12 为沿图 11 的线 A-B 的剖面图；
图 13 为内引线前端中 Pd 电镀的详细剖面图；
图 14 为根据本发明使用框架的管芯粘结工艺中施加粘合剂材料的示意图；
图 15 为根据本发明使用框架的管芯粘结工艺中安装芯片的示意图；
图 16 为根据本发明使用框架的焊丝键合工艺的示意图；
图 17 为根据本发明使用框架的管芯粘结工艺中 Pd 电镀部分的放大图；
图 18 为焊丝键合到 Pd 电镀表面上时 Au 焊丝粘合部分形状的示意图；
图 19 为焊丝键合到 Pd 电镀表面上粘合部分的透视图；
图 20 为完成焊丝键合之后根据本发明的一个实施例引线框架的放大平面图；
图 21 为根据本发明使用框架的树脂模塑的剖面图；
图 22 为根据本发明使用框架电镀外引线之后的剖面图；
图 23 为根据本发明使用框架弯曲工艺的示意图；
图 24 为根据本发明使用框架引线前端对准工艺的示意图；
图 25 为根据本发明使用框架封装的完成产品的俯视正面图；

01.02.16

图 26 为根据本发明使用框架沿封装的完成产品的线 E-F 的剖面图；

图 27 为根据本发明使用框架封装的完成产品的透视图；

图 28 为根据本发明的封装安装在衬底上的结构示意图；

图 29 为根据本发明的封装安装之后安装衬底的俯视正面图；

图 30 为风扇内置型 CSP 的周边焊盘结构的示意性剖面图。

下面参考附图详细地介绍根据本发明的一个实施例。此时，在介绍实施例的所有附图中相同的参考数字表示具有相同功能的元件，并且省略了重复的说明。

根据本发明的半导体集成电路器件为内引线的前端部为点镀钯并且外引线为 Sn-Ag 系列合金电镀的半导体集成电路器件。

在本实施例中，以具有 208 个管脚和封装尺寸为 28mm 见方的结构为例说明。

在半导体集成电路器件中使用的引线框架的四个重复单元图示在图 10 中。当然重复单元的数量不限于四个。此外，在本实施例中材料为 Cu 合金，然而也可以是如 42Ni-Fe 等的铁系列引线框架。在本实施例中，由于钯电镀没有施加到整个表面上，因此不会产生在钯整个表面电镀中外引线中的局部电池的问题。

图 11 为钯电镀 1 施加到内引线 4 的前端部的一个引线框架 7 的放大图。薄片（管芯垫）2 是所谓的小薄片，将芯片安装表面的面积设置得小于安装于其上的半导体芯片的主表面的面积。通过使用小薄片，可以预先防止产生回流裂纹的危险。根据本实施例，薄片为小薄片，然而也可以为交叉的薄片型（仅有悬挂引线 3 宽度的类型），也可以是通常的薄片。此外，根据本实施例，钯电镀没有施加到管芯垫 2，然而，钯电镀可以施加到管芯垫 2。

图 12 为沿图 11 所示的引线框架 7 放大图的线 A-B 的剖面图。钯电镀 1 施加到引线的前端部。将要钯电镀的部分可以构成为使得焊丝键合部分具有要点镀的最小尺寸。电镀时，根据电解电镀通过掩蔽除引线框架 7 的背面和引线的前端部之外的其它部分进行电

镀。因此，除了在下述最小量所需的内引线前端部的表面上电镀之外，电镀也施加在厚度方向上。下面以使用具有 $30\mu\text{m}$ 的焊丝直径的 Au 焊丝 19 相对于电镀所需的小面积进行焊丝键合的情况为例进行说明，点镀所需的小面积 21 约为图 19 所示由粘合宽度 a 和粘合长度 b 表示的线粘合部分 $a \times b$ 面积的 75%。根据本实施例，值 a 和 b 都设置为至少 $90\mu\text{m}$ ，设置所需的小面积 21 的位置以便它的中心设置在距引线框架的前端 $300\mu\text{m}$ 处。

此外，通过变形悬挂引线 3 将管芯衬垫 2 设置在内引线 4 的表面之下进行所谓的薄片下沉。这是由于可以防止填充树脂时芯片的上和下部分之间树脂填充速度的差异。

图 13 示出了根据本实施例内引线的前端部中钯电镀的结构。钯电镀由三层构成，Ni 电镀 11 首先施加到内引线 4 作为底电镀，钯电镀 10 施加于其上，最后施加 Au 薄镀 9 以提高耐腐蚀性。设置根据本实施例各层的具体厚度以便内引线的厚度为 $150\mu\text{m}$ ，Ni 电镀的厚度为 $1.0\mu\text{m}$ ，钯电镀的厚度为 $0.15\mu\text{m}$ ，Au 薄镀的厚度约为 1nm 。

下面参考图 14 介绍管芯粘结工艺。图 14 为沿图 11 中线 C-D 的剖面图。下沉薄片之后的引线框架 7 安装在工作台 16 上，并与管芯衬垫 2 的下表面接触。通过设置具有用于容纳管芯衬垫上粘结材料 15 的注射器 12 的分配器，用于管芯粘结的粘结材料 15 粘合到管芯衬垫的上表面上。此时，粘结材料 15 使用用于具有小消耗功率的半导体器件的导电膏（含有 Ag 粉和碳的有机树脂）。除了良好的透热性之外，管芯粘结材料需要的特性为相对于半导体器件和引线框架 7 的涂覆膜的焊料润湿性、由于使用半导体器件时和不使用半导体器件时之间的温度差异焊料的热疲劳性能等。考虑到以上因素，导电膏很有效。此外，由于本发明的目的是减少 Pb，因此不使用主要由 Pb 组成通常在功率器件中使用的金属焊料。然而，这不意味着没有金属焊料可以使用，可以使用无 Pb 焊料。为此，在不考虑无 Pb 的另一代表性发明中，当然可以使用主要由 Pb 组成的金属焊料。下一步骤参考图 15。通过夹头 17 将半导体芯片 18 移动到粘结材料 15 粘

01-02-16

合的引线框架上之后，芯片粘合到芯片粘合位置。夹头 17 的截面形状为图 15 所示的四角锥形，夹头 17 和半导体芯片 18 由于负压吸引紧密地固定于夹头 17。

下面参考图 16 介绍焊丝键合工艺。管芯粘结工艺之后，芯片 18 的下表面和内引线 4 的下表面固定到工作台 16。如凹槽等接收管芯衬垫 2 的部分预先形成在工作台 16 中。固定之后，毛细管 20 从芯片 18 上的焊盘键合到内引线 4。图 17 为焊丝键合部分的放大图。图 18 为焊丝键合之后粘合部分的形状示意图。在本发明中，焊丝直径 d 为 $30\mu\text{m}$ ，粘合宽度 W 最大 $105\mu\text{m}$ ，粘合长度最大 $105\mu\text{m}$ 。从本发明人进行的研究结果显然看出通过设置 L 、 W 和 d 的关系满足公式 $1.5 \leq W/d \leq 3.5$ 和 $1.5 \leq L/d \leq 3.5$ 可以得到良好的粘合状态。

完成以上提到的焊丝键合工艺之后得到的引线框架 7 显示在图 20 中，接下来在模塑工艺中进行树脂模塑。在模塑工艺中，引线框架 7 固定在模塑金属模具 22 之间，从树脂填充口 23 灌注树脂 24。在本实施例中，构成灌注时间以使填充时间为 10 秒。灌注时，有必要在引线框架 2 的上和下部分之间以相同的速度灌注树脂。这是由于模塑时引线框架 7 的振动宽度设置的尽可能地小，施加到焊丝 19 的应力减小以防止线断开。

图 22 示出了树脂模塑之后外部电镀施加到外引线 5 并且完成外部电镀之后的状态。在本实施例中外部电镀使用的金属为通过将 Cu 和/或 Bi 添加到 Sn-Ag 系列金属得到的合金。这是由于可以实现减少 Pb 并且并假定具有高回流温度的回流安装。因此，除了以上提到的合金之外，当然可以使用 Zn、In、Sb 和 Sn 之中的合金或 Sn 系列合金。当回流安装时，粘结糊状钎料包括具有不同安装温度的结构，例如，Sn-Ag 系列、Sn-Zn 系列、Sn-Bi 系列等。在目前的状态中，Sn-Ag 系列金属的熔点高于含 Pb 焊料的熔点。然而，在其它实施例中，外部电镀使用铅系列焊料。这是由于当注意到通过向内引线 4 施加钯镀层增加了内引线 4 和焊丝 19 之间的粘结强度的事实时，不需要将外部电镀局限为铅系列焊料。

01-02-16

完成外部电镀之后，为形成外部引线 5 的工艺。首先，如图 23 所示，树脂模塑体保持并固定在外引线 5 的根部，并通过冲压机 25 使外引线 5 成形。成形之后，通过图 24 中所示从下部移动冲模 26 切割和成形外引线 5 的前端部。

图 25 示出了本实施例中完成的产品示意图，图 27 为示意图的透视图，图 26 为沿图 27 中线 E-F 的截面图。管脚数为 208，然而，在图中示出的管脚数量少以避免麻烦。通过斜切一个角并刻出标记得到树脂模塑体的形状，以确保安装处理时封装的方向性。对于本实施例中完成产品的具体尺寸，树脂模塑体的尺寸 D 为 28mm 见方，包括外引线 5 的半导体封装的外部尺寸为 $30.6 \pm 0.2\text{mm}$ ，最大高度为 3.56mm。此外，引线的间距 p 为 0.5mm，每个引线的宽度 w 为 0.2mm，厚度 t 为 0.15mm，树脂模塑体和外引线前端之间水平方向中的长度为 1.3mm，弯曲的外引线的前端长度 k 为 0.5mm。

下面参考图 28 和 29 介绍安装在印刷电路板上的工艺。焊膏 28 施加到大于外引线 5 的前端安装表面的足迹 29 上。通过施加焊膏之后从上面安装封装 31 并施加热进行安装操作。回流法包括汽相回流、空气回流、红外线回流等。在实施例中，回流温度为 255°C，比通常的 Sn-Pb 系列焊料的回流温度 235°C 高 20°C。这是由于对应于焊料熔点高的事实。此外，对于印刷电路板 30 上足迹 29 的具体尺寸，宽度为 0.20 到 0.25mm，长度 b 为 1.3mm。

这是由于在尺寸的范围内，安装封装时产生的封装位置小量的偏移可以通过回流自对准，所以没有产生由安装位置的偏移引起的问题。

在以上提到的实施例中，介绍了用于制造 QFP 目的本发明，然而，本发明也可以应用到表面安装型封装，例如 QFN、QFJ 等，并不局限于 QFP，此外，本发明也可以应用到具有线连接部分的一般封装，例如，排列在芯片中间的焊盘通过焊丝连接到引线的小外廓无铅引线封装。此外，根据实施例，制造结构以提高对应于连接部件的线接合和连接到对应于要连接部件的内引线的部分的连接强

01-02-16

度，然而，连接部件不限于焊丝，要连接的部件不限于引线。例如，本发明适用于将 Pb 镀层施加到对应于接合部分的焊盘 40，并将对应于连接部件 42 的引线连接到芯片尺寸封装中的半导体芯片 39 的情况，在所述封装中使用如聚酰亚胺带 43 等的绝缘部件作为基底材料并通过焊料球安装在衬底上，如图 30 中的示意截面图所示。即，本发明通常适用于改进半导体器件中连接部分的连接特性和可靠性。

下面简要地介绍本申请公开的发明中代表性的发明得到的效果。

根据本发明，可以提供一种无铅 LSI 封装，具体地，适用熔点高于 Pb 系列焊料熔点的无铅替代焊料的 LSI 封装，可以提高组件成品率和可靠性。此外，可以提供一种由于封装中管脚增加或它的尺寸增加和芯片缩小引起线缩短的 LSI 封装，并且可以提高组件成品率和可靠性。

01.02.16

说 明 书 附 图

图 1

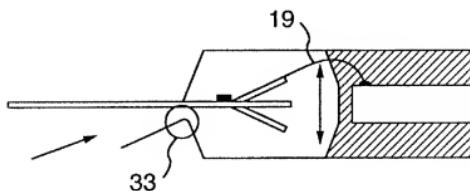


图 2

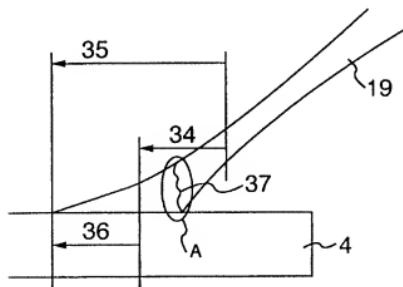
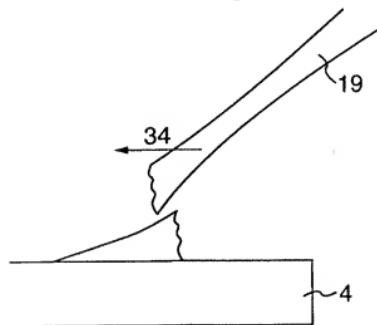


图 3



01.02.16

图4

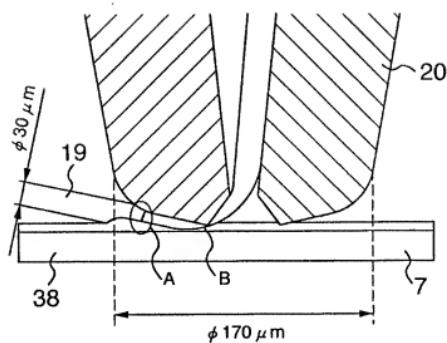


图5

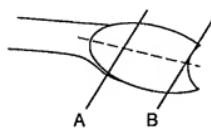
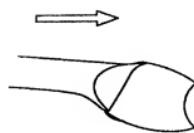


图6



01-02-16

图7



图8

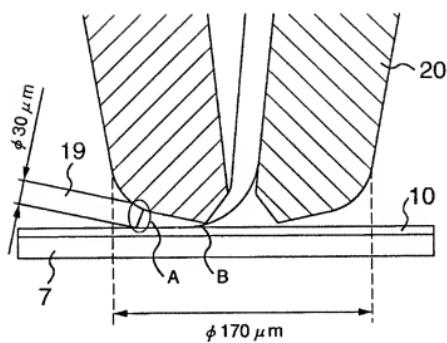
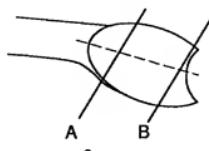


图9



01-02-16

图10

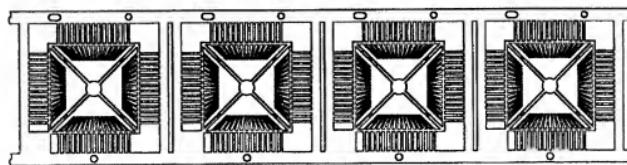
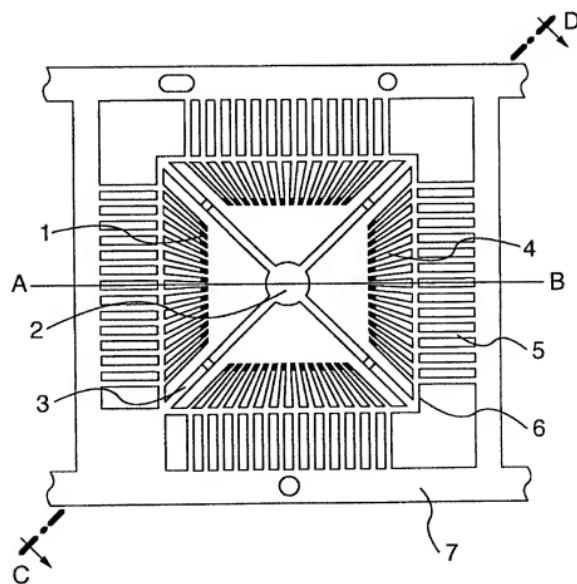


图11



01-02-16

图 12

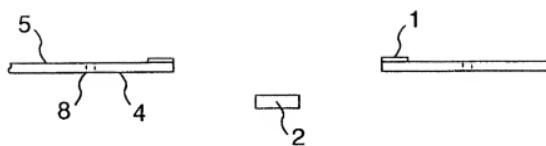
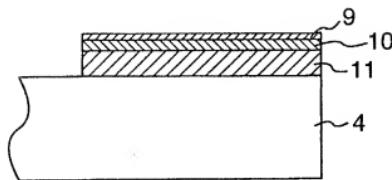


图 13



01-02-16

图14

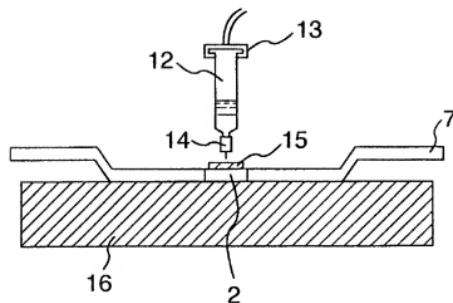
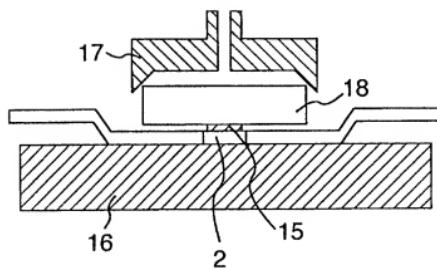


图15



01-02-16

图16

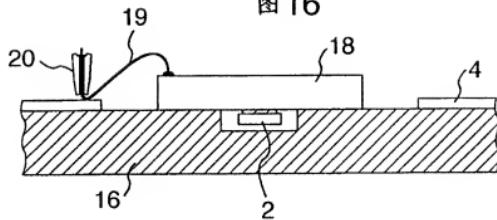
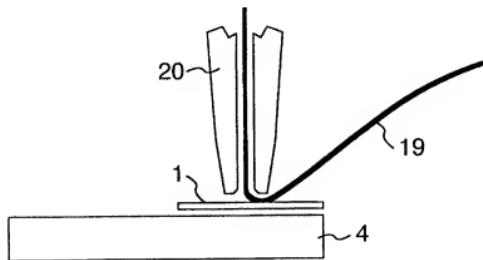


图17



01-02-16

图18

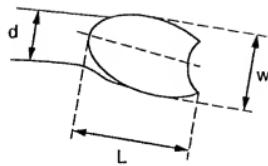
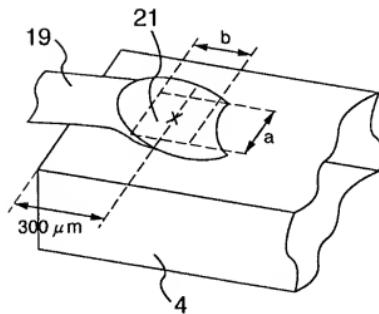


图19



01-02-16

图20

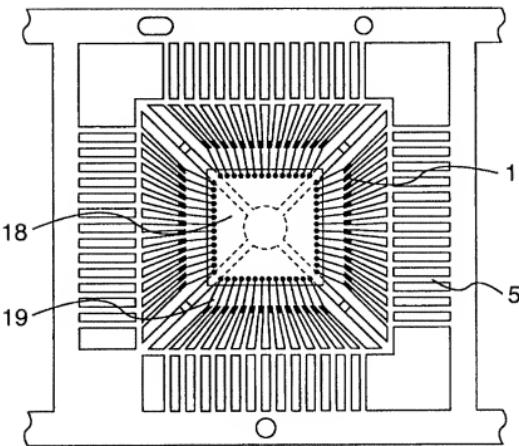
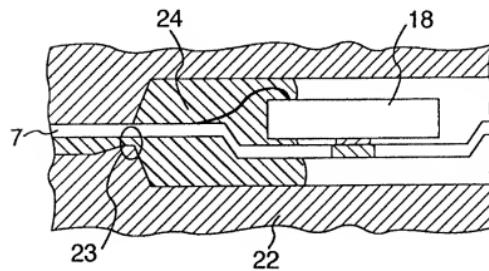


图21



01-02-16

图22

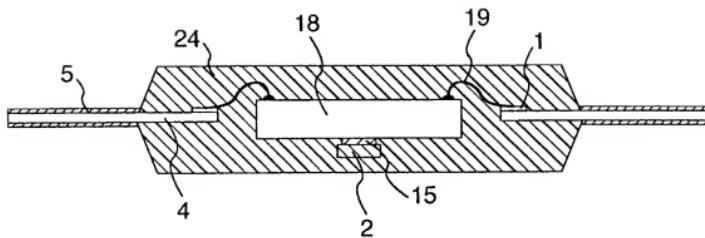
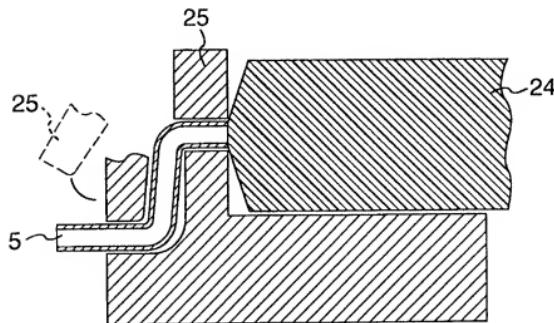


图23



01-02-16

图24

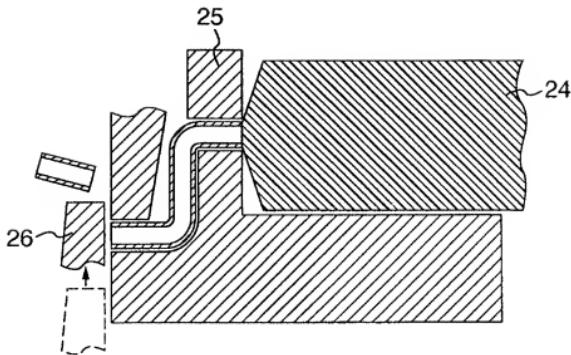
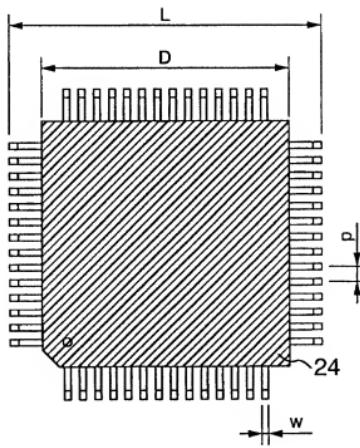


图 25



01-02-16

图 26

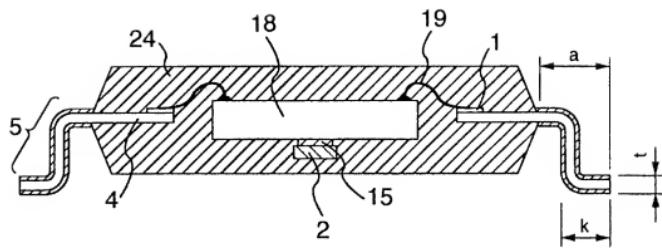
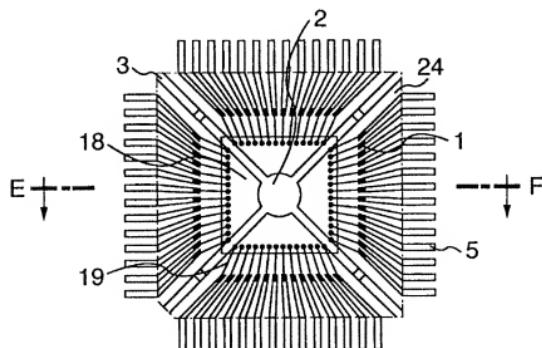


图 27



01-02-16

图 28

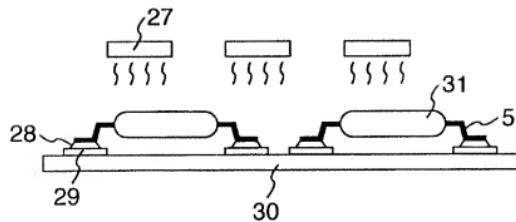
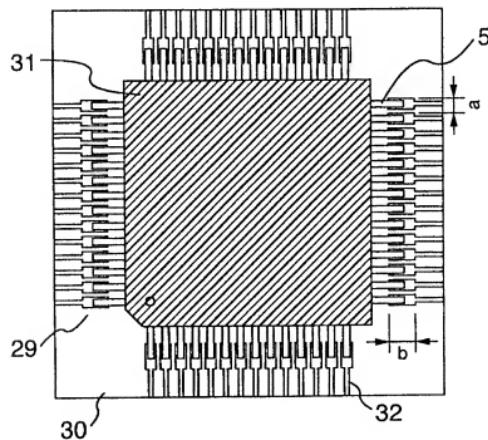


图 29



01-02-16

图30

